

PRA RANCANGAN PABRIK

**DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPILLEN OKSIDA,
DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP**



DISUSUN OLEH:

AULIA RAFI FITRIANSYAH

21031010080

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2025

PRA RANCANGAN PABRIK

**DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPILEN OKSIDA,
DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Kimia



DISUSUN OLEH:

AULIA RAFI FITRIANSYAH

21031010080

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2025



Pra Rancangan Pabrik
Diethyl Karbonat dari Karbon Dioksida, Etanol, dan Propilen Oksida dengan
Proses One-Pot-Synthesis

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK

**"DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPILEN OKSIDA,
DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP"**

Disusun Oleh:

AULIA RAFI FITRIANSYAH

NPM. 21031010080

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen Penguji
Pada Tanggal: 24 Juli 2025

Tim Penguji

1.

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.

NIP. 19650731 199203 2 001

2.

Ir. Sutiyono, M.T.

NIP. 19600713 198703 1 001

3.

Ir. Ely Kurniati, M.T.

NIP. 19641018 199203 2 001

Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.

NIP. 19570314 198603 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Pra Rancangan Pabrik
Diethyl Karbonat dari Karbon Dioksida, Etanol, dan Propilen Oksida dengan
Proses One-Pot Synthesis

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK

**"DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPILEN OKSIDA,
DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP"**

Disusun Oleh:

AULIA RAFI FITRIANSYAH

NPM. 21031010080

Telah disetujui dan disahkan oleh Dosen Pembimbing

Pada Tanggal: 24 Juli 2025

Surabaya, 24 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT

NIP. 19570314 198603 2 001

**Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aulia Rafi Fitriansyah
NPM : 21031010080
Fakultas / Program Studi : Teknik dan Sains / Teknik Kimia
Judul Skripsi / Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Dietil
Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Ethanol dengan Proses
Sintesis Satu Tahap

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 24 Juli 2025

Yang Menyatakan,


(Aulia Rafi Fitriansyah)



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Aulia Rafi Fitriansyah
NPM : 21031010080
Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) PRA RENCANA (DESAIN) / SKRIPSI /
TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode Juli, TA. 2025/2026.

Dengan Judul : PABRIK DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA,
PROPILEN OKSIDA, DAN ETHANOL DENGAN PROSES SINTESIS
SATU TAHAP KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT
NIP. 19650731 199203 2 001

2. Ir. Sutiyono, M.T
NIP. 19600713 198703 1 001

3. Ir. Ely Kumiati, MT
NIP. 19641018 199203 2 001

Surabaya, 24 Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT
NIP. 19570314 198603 2 001



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan karunia-Nya yang telah memberi segala kemudahan dan kekuatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Pra Rancangan Pabrik ini yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan Proses Sintesis Satu Tahap” yang merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Teknik Kimia FTS-UPNVJT Surabaya.

Keberhasilan penulisan Tugas Pra Rancangan Pabrik ini tidak lepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik.
4. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T., selaku Dosen Penguji I seminar proposal Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik.
5. Rachmad Ramadhan Yogaswara, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II seminar proposal Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik.
6. Orang tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
7. Fishella Winenti.
8. Randi Ragil Pambudi selaku *partner* yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan mulai dari Penelitian, Praktik Kerja Lapang, hingga Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.
9. Teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia yang mengagumkan, terima kasih untuk segala dukungan, bantuan dan kerjasamanya.



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

10. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dan keikhlasan yang telah diberikan mendapat balasan dari Tuhan YME. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan dan untuk penelitian di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi Penulis dan Pembaca khususnya.

Surabaya, 14 Januari 2025

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
INTISARI	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Manfaat	I-3
I.3 Kegunaan Produk	I-3
I.4 Kapasitas Produksi	I-3
I.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	I-5
I.5.1 Bahan Baku	I-5
I.5.2 Bahan Pembantu	I-7
I.5.3 Produk.....	I-7
BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES	II-1
II.1 Macam-Macam Proses.....	II-1
II.1.1 Transesterifikasi Dimetil Karbonat dan Etanol.....	II-1
II.1.2 Sintesis Satu Tahap Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol.	II-2
II.1.3 Sintesis Langsung melalui Urea-Alkoholisis	II-3
II.2 Seleksi Proses	II-4
II.3 Uraian Proses	II-6
II.3.1 Unit Sintesis	II-7
II.3.2 Unit Separasi	II-7
II.3.3 Unit Pemurnian Produk.....	II-8
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VI-1
VI.1 Instrumentasi	VI-1



VI.1.1 Komponen Sistem Kontrol	VI-1
VI.1.2 Pemilihan Instrumentasi	VI-2
VI.1.3 Macam-Macam Instrumentasi	VI-3
VI.1.4 Pengendalian Proses	VI-4
VI.2 Keselamatan Kerja	VI-5
VI.2.1 Bahaya Kebakaran dan Ledakan	VI-6
VI.2.2 Bahaya Karena Mekanik	VI-7
VI.2.3 Bahaya Karena Kimia.....	VI-15
BAB VII UTILITAS	VII-1
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	VIII-1
VIII.1 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik.....	VIII-1
VIII.1.1 Pemilihan Lokasi	VIII-1
VIII.1.2 Tata Letak Pabrik.....	VIII-7
VIII.1.3 Tata Letak Peralatan Pabrik	VIII-13
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN	IX-1
IX.1 Bentuk Perusahaan	IX-1
IX.2 Struktur Organisasi.....	IX-2
IX.3 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab	IX-3
IX.4 Jam Kerja	IX-13
IX.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan	IX-14
IX.6 Status Karyawan dan Sistem Upah	IX-15
IX.7 Sistem Upah Pada Karyawan	IX-16
BAB X ANALISA EKONOMI.....	X-1
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....	XI-1
XI.1 Kesimpulan	XI-1
XI.2 Saran.....	XI-3
DAFTAR PUSTAKA	1



DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data <i>Supply Demand</i> BBM	I-4
Tabel I.2 Data Pertumbuhan <i>Supply Demand</i> BBM	I-4
Tabel II.1 Perbandingan Proses Produksi Dietil Karbonat	II-5
Tabel VI.1 Nama Alat dan Instrumentasi Peralatan.....	VI-4
Tabel VI.2 Analisis K3 Akibat Bahaya karena Kebakaran dan Ledakan	VI-7
Tabel VI.3 Analisis K3 pada Peralatan <i>Vessel</i>	VI-8
Tabel VI.4 Analisis K3 pada Peralatan <i>Heat Exchanger</i>	VI-9
Tabel VI.5 Analisis K3 Peralatan Perpipa.....	VI-11
Tabel VI.6 Analisis K3 pada Peralatan Listrik	VI-12
Tabel VI.7 Analisis K3 pada Isolasi Peralatan Pabrik	VI-13
Tabel VI.8 Isolasi K3 pada Perencanaan Bangunan Pabrik.....	VI-14
Tabel VI.9 Analisis K3 Alat Pelindung Kepala dan Alat Pelindung Diri.....	VI-16
Tabel VIII.1 Beberapa Industri Pemasok Sumber Bahan Baku.....	VIII-2
Tabel VIII.2 Jenis Transportasi Beserta Jarak Tempuh Beberapa Industri	VIII-3
Tabel VIII.3 Data Pendidikan Terakhir Masyarakat Wilayah Gresik, 2022...	VIII-5
Tabel VIII.4 UMR Wilayah Kabupaten Gresik Tahun 2022-2025.....	VIII-6
Tabel VIII.5 Moda Transportasi yang digunakan untuk Pemasaran Produk..	VIII-7
Tabel VIII.6 Pembagian Luas Pabrik.....	VIII-11
Tabel VIII.7 Nomenklatur Tata Letak Peralatan Pabrik	VIII-14
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses.....	IX-14
Tabel IX.2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja dan Gaji	IX-16



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Diagram Alir Transesterifikasi Dimetil Karbonat dan Etanol.....	II-1
Gambar II.2 Diagram Alir Sintesis Satu Tahap CO ₂ , Propilen Oksida, Etanol..	II-2
Gambar II.3 Diagram Alir Sintesis Langsung melalui Urea-Alkoholisis	II-3
Gambar II.4 Blok Diagram Proses Pembuatan Dietil Karbonat	II-6
Gambar VIII.1 Kawasan Java Integrated Industrial and Port Estate, Gresik..	VIII-1
Gambar VIII.2 Rencana Tata Letak Pabrik Dietil Karbonat.....	VIII-10
Gambar VIII.3 Tata Letak Peralatan Pabrik	VIII-14
Gambar IX.1 Struktur Organisasi dan Perusahaan	IX-12



INTISARI

Seiring bertambahnya jumlah penduduk di negara Indonesia, maka jumlah energi yang diperlukan pun mengalami peningkatan. Salah satu sektor kebutuhan energi yang selalu mengalami peningkatan tiap tahunnya adalah Bahan Bakar Minyak (BBM). Meningkatnya konsumsi bahan bakar mempengaruhi emisi gas buang yang dihasilkan dari hasil pembakaran pada bahan bakar tersebut. Salah satu akibat dari emisi gas buang tersebut adalah efek rumah kaca. Efek rumah kaca ini menimbulkan pemanasan global pada bumi yang mengakibatkan iklim yang tidak stabil sehingga pada akhirnya akan menyebabkan bencana alam di berbagai wilayah dunia. Salah satu upaya untuk mengurangi emisi yang ada yaitu dengan cara penambahan zat aditif pada BBM. Penambahan zat aditif yang tepat serta pengaturan komposisi campuran aditif dan bahan bakar yang tepat dapat mengurangi laju peningkatan emisi atau zat-zat berbahaya di atmosfer. Zat aditif yang pernah digunakan yaitu *tetraethyl lead* (TEL) dan *tetramethyl lead* (TML). Kedua zat aditif ini digunakan untuk meningkatkan nilai oktan bahan bakar bensin. Namun, karena kandungan logam timbal (Pb) yang menimbulkan emisi berbahaya dan beracun, maka penggunaan zat aditif yang mengandung logam Pb telah diberlakukan peraturan penghapusan penambahan Pb pada bensin. Zat aditif lain sebagai alternatif ialah dietil karbonat (DEC). DEC adalah senyawa oksigenasi yang bersifat *non-toxic*. Penggunaan DEC sebanyak 5% berat akan mengurangi emisi partikulat sebanyak 50%. Senyawa DEC juga ramah lingkungan dimana DEC dapat terdegradasi menjadi etanol dan CO₂ apabila terbuang ke tanah.

Perkembangan produksi dari dietil karbonat (DEC) merupakan hal yang baru dalam dunia industri, beberapa perusahaan memulai untuk memproduksi senyawa ini dengan berbagai metode dan terus berkembang hingga saat ini. Pada awal DEC mulai dikembangkan sebagai *fuel additive*. Setelah melewati beberapa dekade, produksi/manufaktur DEC semakin variatif dan semakin banyak penelitian yang berfokus pada sintesis DEC maupun penggunaan katalis yang terbaik dan membahas termodinamika reaksi dan kinetika reaksi dari proses tersebut. Pada pra desain pabrik ini kami akan mendesain pabrik dietil karbonat dari karbon dioksida,



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

propilen oksida, dan ethanol dengan proses sintesis satu tahap. Konfigurasi proses pembuatan DEC dari karbon dioksida, propilen oksida, dan ethanol dengan proses sintesis satu tahap adalah sebagai berikut:

1. *Synthesis unit* : Tahap pembuatan DEC dengan reaksi bahan baku
2. *Separation unit* : Tahap pemisahan produk dan non-produk
3. *Purification unit* : Tahap pemurnian produk

Pabrik dirancang untuk menghasilkan DEC dengan kemurnian 99% berat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Adapun produk samping hasil reaksi berupa propilen glikol.

Sumber dana investasi pabrik ini berasal dari modal sendiri sebesar 60% biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar 40% biaya investasi dengan bunga sebesar 7,9% per tahun. Dari analisa perhitungan ekonomi didapat hasil-hasil sebagai berikut :

- Investasi : Rp 1.098.656.139.252
- *Internal rate of return* : 22%
- *Pay back period* : 4 Tahun
- *Break even point* : 36, %

Dari hasil analisa tersebut dan beberapa parameter sensitifitas yaitu biaya investasi, harga bahan baku, harga jual produk, dan kapasitas pabrik, terlihat bahwa parameter-parameter tersebut tidak memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kenaikan atau penurunan nilai IRR pabrik. Sehingga pabrik Dietil Karbonat dari Karbon dioksida, Propylene Oksida, dan Ethanol dengan proses sintesis satu tahap layak untuk didirikan.